



РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Министерство на земеделието и храните

Център за оценка на риска

по хранителната верига



ИНФОРМАЦИЯ

Макроводораслите – перспективен източник на суровини за фуражи



Климатичните промени на планетата, недостигът на вода и природни ресурси, засилването на конкуренцията между фуражите за животни и храната за хора водят до търсене на алтернативни суровини за фуражи. Полагат се интензивни усилия за намиране на икономични висококачествени съставки, които да допълват конвенционалните фуражи. Приложението на водорасли във фуражи за животни изглежда обещаващо не само от гледна точка на високото им съдържание на протеини и други хранителни вещества, но и от потенциалния им принос за постигане на целите за устойчивост на световното селско стопанство [1].

Растежът, развитието, оцеляването, продуктивността и плодовитостта на животните са отражение на тяхното здраве. Качеството на фуражите е най-важният екзогенен фактор, който влияе върху здравето на животните. За това е необходимо фуражите да са с добре балансиран химичен състав, богати на биологично активни вещества от естествени източници. Изискванията на консуматорите за екологично чиста продукция и забраната на Европейския съюз за използване на синтетични хормонални препарати и нутритивни антибиотици като растежни стимулатори пренасочват научно-изследователската дейност към откриване на нови, основаващи се на естествени съставки фуражи и фуражни добавки, които да създадат предпоставки за по-добра изява на генетичния потенциал на домашните животни. Наблюдава

☐ Amber ☐ Green ☒ White

1618, гр. София, бул. "Цар Борис III" № 136; тел. +359 2 427 30 56

<https://corhv.government.bg>, corhv@mzh.government.bg

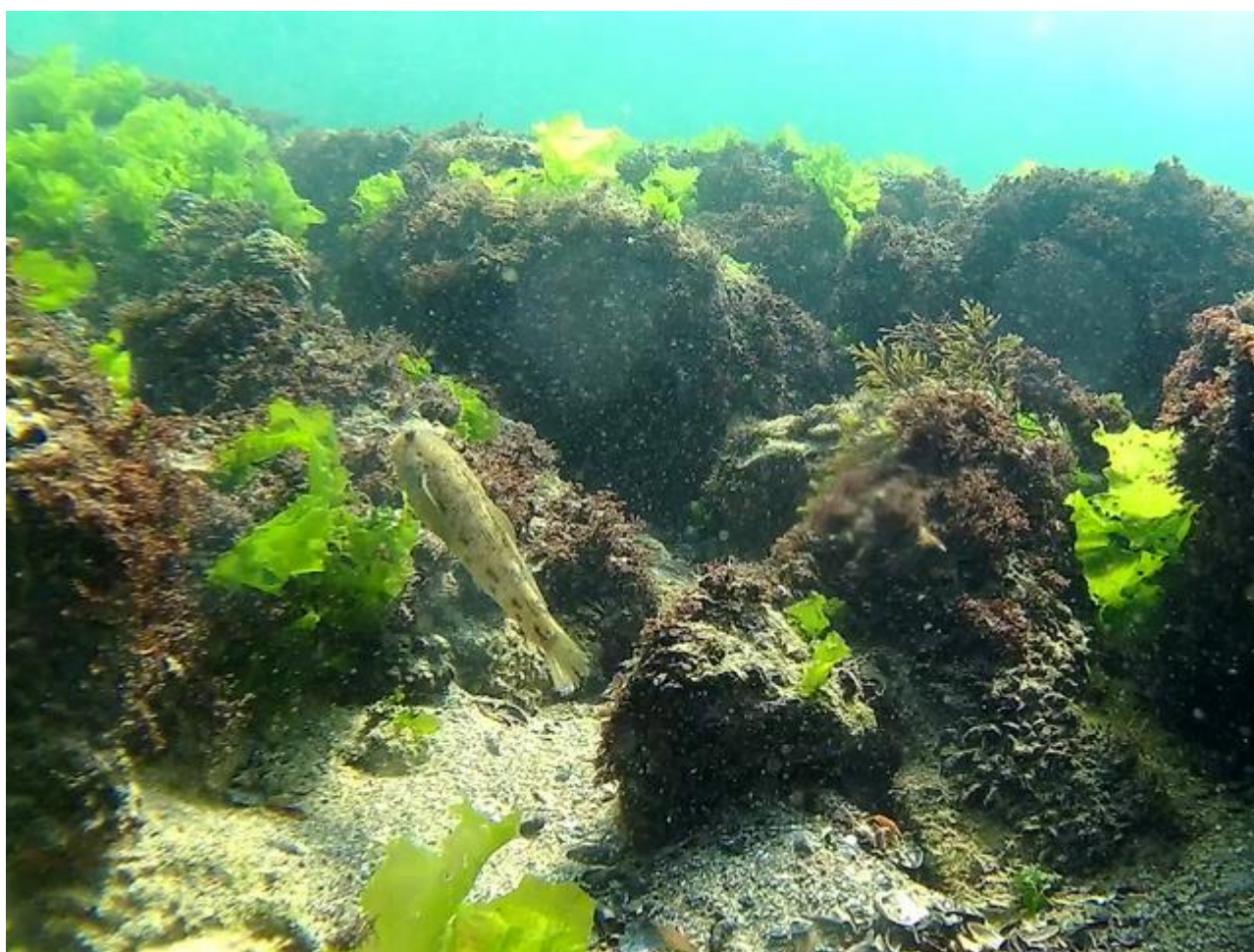
Ф-ВП-4-3/0



се нарастващ интерес към така наречените функционални храни, които освен че съдържат висококачествени хранителни вещества, са богати и на биологично активни вещества, които имат положителен ефект върху различни физиологични процеси. Водораслите са огромен биологичен ресурс, представляващ един от най-обещаващите естествени източници на биологично активни субстанции (полиненаситени мастни киселини, стероли, протеини, витамини, микроелементи, полозахариди, каротеноиди, пигменти и др.) както за хранително вкусовата, така и за фуражната промишленост [2].

Включването на водорасли има потенциал да подобри качеството на хранене на животните и здравословното им състояние. Те са единственият продукт от биомаса, чието производство има ежедневна реколта през цялата година, което може да доведе до по-голяма сигурност на доставките на суровини за пазара на фуражи [1].

Видове водорасли



Водораслите се разделят на микро - и макроводорасли. Микроводораслите често се наричат фитопланктон. Тези растения са по-малки от морските водорасли и не се виждат с просто око. Микроводораслите са потенциален източник на възобновяема енергия. Те се употребяват за производство на био горива. Макроводораслите са известни още като морски водорасли. Хранителната стойност на макроводораслите, както и неживотинския им произход, ги правят особено подходящи за използване във фуражи като добавки. Проучванията изследват потенциала им като естествен източник на суровини, които дори могат да заместят употребата на антибиотици при животните [1].

Екип от португалски учени през 2021 г. [3] е изготвил систематичен преглед на тема: „Настоящи познания и бъдещи перспективи за използването на морските водорасли в животновъдството и ефекти върху качеството на месото“. Авторите определят макроводораслите като многоклетъчни водорасли с висок темп на растеж, класифицирани в три основни групи в зависимост от химичния им състав: *Phaeophyceae* (кафяви водорасли), *Rhodophyceae* (червени водорасли) и *Chlorophyceae* (зелени водорасли). Най-често срещаните родове включват: *Ascophyllum*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Nereocystis*, *Saccharina*, *Sargassum* и *Undaria* - кафяви водорасли; *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Codium* и *Ulva* - зелени водорасли; *Chondrus*, *Gracilaria*, *Palmaria*, *Porphyra* и *Pyropia* - червени водорасли.

Употребата на макроводорасли като фураж, осигурява ценни витамини, биодостъпни минерали, пигменти (напр. каротеноиди и хлорофили), фенолни съединения (напр. флоротанини), въглехидрати, висококачествени протеини, полиненаситени мастни киселини (ПНМК) за селскостопанските животни. Наличието на различни биоактивни съединения в макроводораслите с имуностимулиращи или стимулиращи растежа, антимикробни (напр. полизахариди) и антиоксидантни (напр. α -токоферол, пигменти, полифеноли и витамин С) свойства може да подобри растежа на животните и качествата на месото при намалена употреба на антибиотици.

Съществуват и някои предизвикателства, свързани с производството и усвояемостта на морските водорасли от животните. По отношение на производството трябва да бъдат оценени въздействията върху околната среда. Прилагането на интегрирана мултитрофична аквакултура (Integrated Multi-Trophic Aquaculture I - IMTA¹) представлява устойчива система за производство на макроводорасли, но за широкомащабно производство са необходими доказани сортове и рентабилни системи за отглеждане. Наличието на трудносмилаеми полизахариди в клетъчните стени на макроводораслите с антихранителни ефекти за животни с прост стомах (птици и свине) и съпътстващо намаляване на ефективността на смилане и усвояване на фуража чрез задържане на ценни хранителни вещества, предполага използване на специфични въглехидратно-активни ензими (CAZymes). Днес CAZymes са добре приети като фуражни добавки за подобряване на смилаемостта на храната и растежните показатели на животните. Много видове макроводорасли, особено червените водорасли, имат превъзходна комбинация от съдържание и качество на протеини в сравнение с царевичата и пшеницата, но съдържанието на протеини в соевото брашно е по-високо (приблизително 24% от сухото вещество) отколкото при водораслите и поради това замяната на тази съставка може да се окаже невъзможна. Освен това, сухата обработка на водораслите може да доведе до унищожаване на основните витамини, необходими за поддържане на нуждите на животните.

Характеристики на макроводораслите

Макроводораслите обхващат огромен брой разнообразни живи организми, които вероятно надхвърлят 25 000 вида макроскопични, многоклетъчни и морски водорасли. Те принадлежат към три различни и относително несвързани еукариотни линии, съответстващи на таксономично отдалечени групи, обикновено наричани кафяви (*Phaeophyceae*), червени (*Rhodophyceae*) и зелени (*Chlorophyceae*) макроводорасли. Съществува голямо биологично разнообразие сред водораслите по отношение на жизнения цикъл. Размерът им също е много

¹ При IMTA множество водни видове от различни трофични нива се отглеждат интегрирано, за да се подобри ефективността, да се намалят отпадъците и да се осигурят екосистемни услуги, като например биоремедиация (клон на биотехнологиите, който отговаря за всички процеси, които допринасят за възстановяване на цялото или част от замърсеното пространство чрез използването на живи организми).

различен, като някои макроводорасли са дълги до няколко метра и се отличават с висока степен на сложност.

Производство на макроводорасли

Макроводораслите могат да бъдат диворастящи, събирани от крайбрежието, или култивирани. В Европа по-голямата част от продукцията се добива от дивата природа. Въпреки това, поради възможните въздействия върху околната среда, през последното десетилетие добивът в дивата природа е намалял и има стремеж да се отговори на нарастващото търсене, като производството се насочи към култивиране. Във всеки случай растежът на макроводораслите е свързан с консумация на енергия и хранителни вещества. По-малко от двадесет вида водорасли съставляват 90% от използваната за търговски цели биомаса годишно в световен мащаб.

Макар и икономическата им значимост в сравнение със сухоземните растения все още да е малка ($<30 \times 10^6$ спрямо 16×10^{11} тона свежо тегло биомаса, съответно), търговският интерес към морските водорасли е завишен през последните години. Производството се е увеличило повече от два пъти през последното десетилетие, като е нараснало от 14,7 млн. тона през 2005 г. до 30,4 млн. тона през 2015 г., от които 209 394 тона не са били предназначени за консумация от хора. Направени са обещаващи опити за широкомащабно производство на водорасли, като например естествено плаващи легла, снабдявани с богата на хранителни вещества вода, производство в открито море (салове) или на сушата. Тези начинания се подпомагат от бързия растеж на морските водорасли и липсата на необходимост от обработваема земя, сладка вода или торове за производството им.

Промишлената употреба на биомаса от макроводорасли се развива през последните години. Започнала е от използване на макроводораслите, изхвърлени на плажа, като торове и източник на поташ (калиев хидроксид) до извличане на хидроколоиди. Очаква се в бъдеще макроводораслите да се отглеждат с цел приложения с висока добавена стойност, като например извличане на определени полизахариди или използване на биомаса за специални селскостопански или хранителни продукти. Освен това, водораслите могат да бъдат ценен инструмент в отговор на нарастващата загриженост за околната среда чрез активно участие в кръговрата на хранителните вещества във водите и по този начин предотвратяване на процесите на еутрофикация². Макроводораслите допринасят за фиксирането на въглерод с последващо намаляване на емисии на парникови газове, включително метан, отделян от преживните животни.

Хранителни свойства

Макроводораслите са богати на хранителни вещества, имат различен хранителен профил, но някои характеристики са общи за всички морски водорасли.

² Еутрофикация (още еутрофизация, еутрофия) е процес, протичащ в екосистемата на един воден басейн, при който се повишава количеството на химическите вещества, участващи в минералното хранене на растенията (азот, фосфор), което на свой ред води до повишена биологична продуктивност. При този така наречен „цъфтеж на водата“ обилно се развиват някои видове водорасли и бурно увеличават биомасата си (над 5000g/m³), в резултат на което водата се оцветява. Във водните басейни в България най-често цъфтежът се дължи на някои видове синьо-зелени, зелени и еугленови водорасли.

Въглехидратите съставляват много голям дял от сухото вещество - СВ (до 70%). Макроводораслите съдържат различни по химичен състав и количество въглехидрати, но информацията за смилаемостта на тези въглехидрати е много ограничена.

Липидната фракция обикновено е ниска под 5% СВ, като максималните отчетени стойности са 6,6% СВ. Някои видове кафяви водорасли, принадлежащи към родовете *Laminaria*, *Saccharina*, *Hizikia* и *Arame*, имат много ниско съдържание на липиди 0,5 до 1,0% СВ. Липидният компонент е съставен главно от триацилглицероли, фосфолипиди и гликолипиди.

Съдържанието на белтъчини може да варира значително в различните таксономични групи. Кафявите водорасли съдържат по-малко протеини от 0,6 до 16,1% СВ при *Laminaria* sp., докато при червените водорасли количеството варира от 24,1-27,1 до 44% СВ при *Porphyra* sp. Качеството на протеините от макроводорасли е високо, особено от червените морски водорасли, които са богати на незаменими аминокиселини, с изключение на съдържащите сяра (метионин и цистеин).

Съдържанието на пепел също варира в широки граници, обикновено от 10 до 50%, следователно макроводораслите са богати на минерали. Освен натрий, магнезий, калий и калций, макроводораслите много често съдържат бром и йод. Възможно е да възникнат проблеми при усвояването на тези минерали в храносмилателния тракт на животните при свързване на някои катиони с анионни полизахариди (алгинат, агар и карагенан).

Макроводораслите са в състояние да продуцират всички витамини, синтезирани от сухоземните растения, тъй като извършват фотосинтеза. По този начин, те са източник на водоразтворими (В₁, В₂, В₃ и С) и мастноразтворими (Е и провитамин А) витамини. Кафяви (напр. *Laminaria* sp. и *Ascophillum nodosum*) и зелени (напр. *U. lactucaalgae*) водорасли могат да задоволят нуждите от витамини за селскостопанските животни, особено от В комплекс (В₁, В₂ и В₃), въпреки че ефектът може да е сезонен. Кафявите водорасли *Laminaria* spp., *A. nodosum* и *Fucus* spp. съдържат голямо количество витамини Е и С. Повечето червени водорасли, като *Palmaria palmata* и *Porphyra tenera* са богати на витамини В₁, В₂ и провитамин А. Една от отличителните характеристики на макроводораслите в сравнение със сухоземните растения е относително високото съдържание на витамин В₁₂. Витамините са термолабилни, могат да бъдат унищожени до голяма степен по време на преработката на сурова биомаса от макроводорасли, особено уязвими са на разграждане по време на процеса на сушене и йонизация от ултравиолетови лъчи. Има алтернативни методи на сушене за запазване на витамините, както и системи за екстракция (например екстракция с разтворител) за възстановяването им. Що се отнася до каротеноидите, макроводораслите съдържат: β-каротин, лутеин, виолоксантин, неоксантин и зеаксантин в зелените водорасли (хлорофити); α- и β-каротин, лутеин и зеаксантин в червените морски водорасли (*Rhodophytes*); и β-каротин, виолоксантин и фукоксантин в кафявите водорасли (*Phaeophytes*).

Приложение на макроводораслите във фуражи

Хранителни свойства, биологичната активност и високите темпове на растеж на макроводораслите правят биомасата потенциално полезна суровина за фуражи и фуражни добавки. Тези фуражи могат да се използват за хранене на отглеждани в стопанства риби и миди, но и за сухоземни животни - прасета, преживни животни и домашни птици. Високото съдържание на въглехидрати във водораслите (с различия между основните групи макроводорасли) потенциално ги прави значителен източник на енергия. Това може да е един

от факторите при избора на най-подходящите макроводорасли за приготвяне на храни за животни, като се вземе предвид и усвояемостта на въглехидратите от водорасли. Употребата на макроводорасли във фуражите е свързано с някои проблеми, например наличие на тежки метали в тях, приети от заобикалящата ги вода. Отчетени са значителни нива на арсен, живак, олово, кадмий и никел в изсушена биомаса от макроводорасли поради биоакмулирането на тези елементи от водата, като най-висока е концентрацията на алуминий (554 mg/kg) и най-ниска на живак (0,0370 mg/kg). Трябва да се извършва непрекъснато наблюдение за наличие на микроелементи, като кадмий, олово и живак, като се има предвид видовете водорасли, произхода им и сезона.

Ефекти върху растежа на животните

Учените С. Monica et al. [3], посочват примери как включването на макроводорасли във фураж може ефективно да подобри показателите за растеж на селскостопанските животни.

Преживни животни

Данните показват, че употребата на макроводорасли при храненето на едрия рогат добитък **не компрометира ферментацията в търбуха и продуктивността на животните при ниски нива на включване (до 4% във фураж)**, има ясно изразени положителни ефекти върху млекодайнните животни, включително увеличено производство на мляко и потенциал да се използва като безопасна фуражна съставка при млечни крави. Макроводораслите се влагат във фураж за преживни животни с цел подобряване на растежа и производителността. *A. Nodosum* е най-разпространеният вид кафяво водорасло, което се добавя във фураж за преживни животни и се установява, че стимулира растежа на животните, действа като антиоксидант и имуностимулатор. Макроводораслите могат да се използват **и като пребиотик** - средство, което модулира чревната микрофлора.

Единственият отрицателен ефект върху растежа на животни от употребата на макроводорасли като добавка е докладван **при 120-дневни агнета**, хранени със сушени морски водорасли, добавени в количество от 1% към фураж. Предполага се, че е в резултат на слабителното действие на добавката.

Включването във фураж на макроводорасли от вида *Porphyra* sp.(червени) при ниво от 9,7% стимулира растежа на агнетата. Тази добавка води до увеличен среден дневен прираст и прием на фураж при 5-месечни агнета, в сравнение с дажба на базата на силаж от трева и натрошен овес при контролна група. Освен това, агнетата хранени с *Porphyra* sp или соя, са имали сходен среден дневен прираст, което показва, че *Porphyra* sp. може да замени соята и да осигури дажба с идентично високо качество протеини. Връзката между нивата на включване на макроводорасли и съотношението между прираст и прием на фураж (gain to feed ratio G:F) при преживни животни зависи от вида на водораслите.

Прасета

Ефектът върху растежните показатели на отбити и подрастващи прасета е проучен при добавяне на кафяви или смес от водорасли, изсушени и смлени листа от водорасли, преработен екстракт от цели водорасли (*A. nodosum*) или смесен екстракт от кафяви, червени и зелени водорасли във фураж. Има данни за употреба като добавки на извлечени полизахариди (напр. ламинарин и/или фукоидан) от кафяви морски водорасли (*Laminaria* sp.). Тези съединения са

използвани поради техните пребиотични, антимикробни, антиоксидантни, противовъзпалителни и имуностимулиращи свойства, които са от съществено значение при стресовите условия след отбиването на прасетата, когато са податливи на инфекции с чревни бактерии (напр. *Salmonella typhimurium*). Има доказателства, че добавката за прасета с ламинарин и фукоидан, получени от кафяви водорасли *L. digitata*, подобрява растежа на животните и здравето на червата. Връзката между нивата на включване на макроводорасли и съотношението между прираст и прием на фураж (gain to feed ratio G:F) при прасета зависи от вида на водораслите, етапа на развитие на животните и биоактивността на наличните полизахариди във водораслите.

Домашни птици

По отношение на дажбите за домашни птици, макроводораслите са използвани за подобряване на имунния статус на животните, намаляване на микробното натоварване в храносмилателния тракт и подобряване на качеството на птичето месо и яйца. Въпреки това, примерите не са многобройни и **включването на биомаса от макроводорасли във фураж за птици обикновено е до 6% и може да причини намаляване на темповете на растеж на домашните птици, когато се хранят с повече от 10%.**

Употребата на странични продукти от кафяви водорасли, като фуражна добавка за птици, води до увеличаване на прираста и G:F, когато се влагат на ниво от 0,5% фураж за бройлери. Установява се и активиране на хуморалния имуноен отговор (т.е. увеличаване на IgA и IgM), което показва значението на морските водорасли като имуномодулатори. Употребата на зелени макроводорасли във фураж за птици подчертава тяхното приложение като органични минерални фуражни добавки за замяна на неорганичните. Добавките от *U. prolifera* и *Cladophora* sp. увеличават телесното тегло, теглото на яйцата и дебелината на яйчната черупка при кокошки, хранени с биомаса от водорасли (0,0966% до 0,0036% фураж), обогатена с микроелементи, с акцент върху цинк, кобалт и мед. Макроводораслите, използвани като фуражна съставка за домашни птици, предизвикват различен ефект в зависимост от нивото на влагане. Различният състав на протеините от водорасли може да се дължи на различни сезонни условия и географски особености. От съществено значение е да се вземе предвид етапът на растеж на пилетата при избора на подходящо ниво на включване на зелени водорасли.

Зайци

Включването на добавка (1 до 2% фураж) от зелени морски водорасли *U. lactuca* във фураж за 6-месечни мъжки и женски зайци **води до намаляване на крайното телесното тегло животните.** Авторите предполагат, че този резултат вероятно се дължи на ниско съдържание на смилатели хранителни вещества (полизахариди) и високо съдържание на пепел на водораслите, което води до намаляване на вкусовите качества и приема на фуража.

Риби

Макроводораслите са естествен вариант за формулиране на суровини за производство на фуражи, подходящи за отглеждане на риби и ракообразни. Най-често употребяваните видове са: зелените водорасли - *U. rigida*, червени водорасли - *Gracilaria cornea* и *Porphyra columbina* и кафяви водорасли - *Macrocystis pyrifera*. Употребата на добавки от два различни вида - червени водорасли *Gracilaria bursa-pastoris* и зелени водорасли *Ulva rigida* няма

отрицателно въздействие върху развитието на европейския лаврак (*Dicentrarchus labrax*) и добавките могат да бъдат включени до 10% в дажбата. Зелените водорасли, като например *U. rigida*, червени водорасли, като *Gracilaria cornea* и *Porphyra columbina*, и кафяви водорасли, като *Macrocystis pyrifera*, се използват най-често.

Ефекти върху качеството на месото

Макроводораслите, включени във фуражи, могат ефективно да подобрят качеството на месото при селскостопанските животни. Те са богати на полиненаситени мастни киселини, което благоприятства производството на по-здравословно месо за потребителите. Морските водорасли имат антиоксидантни свойства, поради съдържанието на полифеноли (напр. флоротанини), α -токоферол, каротеноиди и аскорбинова киселина, които допринасят за подобряване на трайността на месото.

Преживни животни

При включване на преработен екстракт от кафяви макроводорасли *A. Nodosum* в количество от 2% сухо вещество във фураж за 10 и 6 месечни волове и юници, а за пасящи волове в количество от 3,4 kg/ha., се наблюдава повишение на показателите за мраморираност на кланичните трупове (вътрешномускулно отлагане на мазнини), подобряване на равномерната оцветеност и червенията на месото. Предполага се, че тези ефекти на водораслите се дължат на антиоксидантната им активност, която води до повишено количество оксимيوглобин (оксигениран миоглобин) и намалено количество метмиоглобин (кафяв, окислен миоглобин). При включване на екстракт от кафяви водорасли в дажба за кастрирани агнета на ниво от 3,0 kg/ha или 1% СВ или на волове при 3,4 kg/ha не се наблюдава значително въздействие върху сензорните характеристики на месото, но се увеличава крехкостта му, намаляват неприятните вкусове, намаляват наситените и незначително се увеличават ненаситените мастни киселини в месото.

Прасета

Кафявите водорасли *Laminaria* spp. се използват широко като фуражна добавка за подобряване на качеството на месото при прасета, под формата на изсушени цели водорасли или полизахариди (т.е. ламинарин и фукоидан) на базата на екстракти от морски водорасли. Екстрактите от ламинарин и фукоидан от преработени водорасли имат антиоксидантен ефект върху мускулната тъкан. При добавяне на екстракт от ламинарин и фукоидан във фураж за прасета при количество от 0,045% в продължение на 3 седмици има положителен ефект върху визуалния сензорен анализ на месото от прасета, повишаване на привлекателността за покупка и общата визуална приемливост на месо, съхранявано до 7 дни. При включване на тези полизахариди от водорасли в количество от 0,090% във фураж се наблюдава благоприятен ефект на върху профила на мастните киселини в мускулите на прасета и намаляване на общото съдържание на наситени мастни киселини.

Домашни птици

Пречистеният полимануронат е съединение на алгинат, извлечен от смес от кафяви водорасли. Добавянето на полимануронат в нарастващи количества от 0,1 до 0,4% във фураж на 1-дневни пилета бройлери, води до линейно намаляване на липидното пероксидиране в мускулите на гърдите на пилетата. Алгинатните олигомери и полимери имат силно антиоксидантно действие, което може да допринесе за увеличаване на срока на годност на месото. Количеството на коремните мазнини постепенно намалява, когато се добави *U. Lactuca* в количество от 1 и 3% фураж на 12-33-дневни пилета бройлери.

Заклучения и бъдещи перспективи

Най-разпространените фуражни добавки от водорасли за преживни животни са кафявите макроводорасли като например *A. nodosum*, включени в количество до 2% сухо вещество, полизахариди извлечени от *Laminaria* sp. (фукоидан и ламинарин) за свине до 0,04% от фуража всеки. Основната фуражна суровина от водорасли за домашни птици са зелени водорасли, като *Ulva* sp., при препоръчително ниво на влагане до 10% от фуража. Тези добавки могат да подобрят растежа и качеството на месото при селскостопанските животни. Положителните резултати се дължат на високите хранителни стойности на водораслите и на имуномодулиращите, пребиотичните и антиоксидантните им свойства (напр. биоактивни полизахариди). Освен предимствата на макроводораслите при храненето на животни, се очаква те да допринесат за смекчаване на последиците от глобалното изменение на климата, което е от значение за устойчивостта на околната среда.

Включването на макроводорасли във фуражи е **свързано с потенциални ограничения, които включват прекомерно биоакмулиране на неорганични елементи от морската вода (напр. йод) и тежки метали, като арсен, живак, олово, кадмий и алуминий.**

Възможно е да съществуват проблеми с качеството на суровините поради загуба на хранителни вещества (напр. витамини), в резултат на преработката на макроводораслите за влагане във фуражи за животни, по-ниско съдържание на протеини в сравнение със соевото брашно и проблеми с усвояемостта (напр. неподатливи клетъчни стени на водораслите). Има и предизвикателства, свързани с производството на водорасли, като например разходите за широкомащабно производство, събирането на реколтата и сушенето на макроводораслите. По този начин въздействията върху околната среда могат да бъдат значителни, ако не се предприемат компенсаторни мерки.

Независимо от всички тези ограничения, много от тях могат да бъдат отстранени или сведени до минимум. Настоящите нива на метали във водораслите не са свързани със сериозно вредно въздействие върху здравето. Проблемите с качеството на хранителните съставки могат да бъдат сведени до минимум чрез запазване на витамините с алтернативни методи за сушене и системи за екстракция. Освен това по-малкото количество протеини във водораслите се компенсира от тяхното високо качество, а прилагането на специфични CAZymes в храната може да позволи разграждането на полизахаридите на клетъчната стена на водораслите с последващо увеличаване на бионаличността на хранителните вещества. Освен това прилагането на ИМТА и на нискоенергийни и естествени алтернативи на сушенето на водораслите могат да противодействат на въздействието върху околната среда при производството на макроводорасли.

Като цяло положителните ефекти от храненето с водорасли върху растежа на животните и качеството на месото, както и приносът им към устойчивостта на околната среда могат да превърнат водораслите в обещаваща алтернатива на основните хранителните

култури, като царевица и соя, като фуражни съставки. Този аспект ще позволи да се намали нарастващата конкуренция между хранителните и фуражните вериги.

Значение за България

Макроводораслите са разнородна група водни растения, осигуряващи хранителна база,



кислород, среда за живот и развитие на огромно разнообразие от морски безгръбначни и риби. По българското Черноморско крайбрежие са установени 157 вида макроводорасли, което представлява около 53% от общия брой видове, срещащи се в цялото Черноморие. Най-богата на видове е групата на червените макроводорасли – 55% от видовете, следвана от кафяви и зелени водорасли. Антропогенната еутрофикация е една от основните причини за негативно

влияние върху чувствителните на замърсяване кафяви и червени водорасли. Засилената еутрофикация в Черно море през 80-те години на 20-ти век е довела до изчезването на чувствителни средообразуващи кафяви макроводорасли от род *Cystoseira* от райони в Бургаски и Варненски заливи, както и до значително намаляване на дълбочината на разпространението им в останалата част на българското крайбрежие. В последните десет години се наблюдава стабилно „добро“ състояние на съобществата на кафяви и червени макроводорасли във водните тела южно от Бургаски залив, както и в района между н. Калиакра и н. Шабла [4].



Морска салата

На плажната ивица на българското Черноморие вълните изоставят тонове водорасли. От отдел Зелени водорасли най-разпространена по Черноморското крайбрежие е Коравата морска салата. По крайбрежието ни често се среща и Обикновената морска салата, чиито размери достигат 60 см., а понякога и 3 м.



Цистозейра

Ивичестобелезникавата порфира е невзискателно водорасло и е сред най-разпространените представители на отдел червени водорасли по нашето крайбрежие, често срещани са и кафявите водорасли Космата цистозейра и Брадеста цистозейра.

Проучвания на местно ниво могат да определят техния химичен състав, хранителна стойност, степен на замърсяване с тежки метали, микропластмаси, нефтени деривати и др., те

могат да бъдат включени в компонентния състав на фуражите за селскостопанските животни в България [2].

Българските учени Димитър Герджиков и Даниела Петрова [6] посочват, че стотици видове водорасли обитават пелагиала и бентала на черноморската екосистема и на сладководните водоеми. Въпреки очевидната ресурсна обезпеченост, днес само малка част от тях се използват в България за производството на комерсиални продукти. Водораслите могат да се използват за храна и фураж, в медицината и фармацевтичната промишленост, в биотехнологиите, в промишлеността и селското стопанство като агенти за постигане на благоприятен природен статус, в био реставрацията, във водопречиствателните съоръжения и като моделни обекти. От тази гледна точка стопанското използване на водораслите и техните продукти е важно за българската икономика е заключението на учените.



В морският пространствен план на Република България 2021-2035 г.³ към том 11 Морски икономически дейности, т.2.7. Биотехнологии се казва: „Въпреки че в миналото някои от тези източници на биомаса традиционно се използват като храна, фураж или торове, нови търговски приложения са в процес на разработване. „Подсекторът на морската биотехнология е много нов и в момента се ръководи и развива чрез национални и европейски проекти, които подкрепят и насърчават тази област. Български научни организации също участват в подобни проекти. Все още липсват систематизирани данни за развитието на сектора в България (както и в ЕС), но могат да се отбележат някои насоки в предприетите изследвания и приложението на биотехнологиите в района“. Една от тези насоки е: „включена подкрепа на идеи за развитие на ферми за водорасли, свързано с редица изследвания относно качествата и приложенията на водораслите в Черно море и тяхното аквакултурно производство.“ Европейската комисия подкрепя иновациите, като комбинира местни действия с местни подходи.

Водораслите представляват ценен природен ресурс. Необходим е цялостен и мултидисциплинарен подход за ефективното оползотворяване на потенциала на морските водорасли и страничните продукти от тях чрез устойчиво производство на иновативни здравословни фуражи. В условията на нашата действителност е възможно разработване на пилотни проекти и постоянни инсталации за отглеждане на водорасли както в лабораторни условия, така и като аквакултури в акваторията на българското крайбрежие. Макроводораслите са огромен потенциален източник на качествени органични суровини,

³ Морски пространствен план на Република България 2021-2035 Морски икономически дейности 11
д-р Юлия Спиридонова

който все още е недостатъчно проучен и използван от животновъдите и производителите на фуражи.

Източници:

[1] How can algae contribute to feed sustainability? <https://www.allaboutfeed.net/topic/how-can-algae-contribute-to-feed-sustainability/>

[2] Доц. Д-р Светлана Григорова, Институт по животновъдни науки Костинброд
Водораслите – перспективен природен източник на биологично активни вещества и тяхното приложение в животновъдството. https://issuu.com/zemedelie/docs/animals_bg_4-5_2014

[3] Mónica Costa, Carlos Cardoso, Cláudia Afonso, Narcisa M. Bandarra, José A. M. Prates First published: 04 March 2021 <https://doi.org/10.1111/jpn.13509>

[4] Стратегия за биологичното разнообразие в Република България, Министерство на околната среда и водите, София, 2022

[6] Водораслите – ценен природен ресурс Институт по рибни ресурси – Варна <http://uni-sz.bg/truni11/wp-content/uploads/biblioteka/file/TUNI10042835.pdf>

Други информации в областта на фуражите и фуражните добавки могат да бъдат намерени на интернет страницата на ЦОРХВ: <https://corhv.government.bg/Фуражни-добавки-продукти-и-субстанции-във-фуражи--с-97>

Изготвил: д-р Виктория Монева,
старши експерт, дирекция ОРХВ, ЦОРХВ
Дата: 17.10.2023 г.